

TARTU ÜLIKOOL  
Sporditeaduste ja füsioteraapia instituut

**Liis Järveoja**

**Simuleeritud võistluspäeva mõju meessulgpallurite mängulisele  
kvaliteedile ning füsioloogilistele ja liikumisnäitajatele**

**The effect of simulated 1-day competition on performance quality and  
physiological and locomotory characteristics of male badminton players**

**Magistritöö**

Kehalise kasvatuse ja spordi õppekava

Juhendajad:  
PhD prof P. Kaasik

MSc H. Sorge

Tartu, 2017

# SISUKORD

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE .....	5
1.1.Sulgpallist .....	5
1.2.Füsioloogiline profiil sulgpallis .....	5
1.3.Tajutud pingutus sulgpallis .....	7
1.4. Soorituse ja väsimuse seosed sulgpallis .....	8
2. TÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED .....	10
3. METOODIKA .....	11
3.1. Vaatlusalused .....	11
3.2. Uuringu ülesehitus .....	11
3.2.1.Südamelöögisageduse ja vere laktaadi kontsentratsiooni määramine .....	12
3.2.2. Liikumisaktiivsuse ja tajutud pingutuse raskusastme hindamine ning vigade arvu registreerimine .....	12
3.3. Andmete statistiline analüüs .....	12
4. TULEMUSED .....	14
4.1. Südamelöögisagedus .....	14
4.2 Muutused vere laktaadi kontsentratsioonis .....	15
4.3. Muutused liikumisaktiivsuses .....	16
4.4. Registreeritud vead simuleeritud mängudes .....	18
4.5. Subjektiivne hinnang pingutusastmele .....	19
5. ARUTELU .....	21
5.1. Eksperimendi I faas .....	21
5.2. Eksperimendi II faas .....	22
5.3. Eksperimendi III faas .....	23
5.4. Uuringu piirangud .....	23
6. JÄRELDUSED .....	25
KASUTATUD KIRJANDUS .....	26
AUTORI LIHTLITSENTS .....	28

## TÖÖ LÜHIÜLEVAADE

**Eesmärk:** Käesoleva uurimistöö eesmärgiks oli selgitada sulgpallis väsimuse mõju tajutud pingutuse raskusastmele, liikumisaktiivsusele, füsioloogilistele näitajatele – südamelöögisageduse ja laktaadi kontsentratsiooni muutustele – ning mängulisele kvaliteedile, mis väljendub sooritatud vigade arvus.

**Metoodika:** Uuringus osales 8 meessportlast Eesti sulgpalliparemikust treening- ja võistlusstaažiga rohkem kui 10 aastat. Vaatlusalused mängisid seitse 10-minutilist simuleeritud sulgpallimängu: 3 üksikmängu, millele järgnes 2 paarismängu ning eksperimendi lõppfaasis 2 üksikmängu. Iga simuleeritud mänguperioodi vahel oli puhkepaus 10 minutit. Registreeriti vaatlusaluste südamelöögisageduse, laktaadi kontsentratsiooni, liikumisaktiivsuse, subjektiivselt tajutud pingutuse raskusastme näitajad ja tehtud vigade arv.

**Tulemused:** Mängude järgselt oli vaatlusaluste südamelöögisagedus keskmiselt  $168,4 \pm 4,0$  l/min. Üksikmängude lõpus registreeritud südamelöögisageduse näitajad olid kõrgemad kui paarismängude lõpus registreeritud vastavad näitajad. Mängu alg- ja lõppsüdamelöögisageduse vahe oli suurim esimeses ja vahetult paarismängudele järgnenud (järjekorras kuues mäng) simuleeritud üksikmängus vastavalt  $72,5$  l/min ja  $72,6$  l/min. Samades mängudes registreeriti vaatlusalustel kõrgeimad laktaadi kontsentratsioonid -  $5,2 \pm 1$  mmol/l ja  $5,2 \pm 0,7$  mmol/l. Kuuendas simuleeritud mängus toimus ka märkimisväärne ( $p < 0,01$ ) vigade arvu tõus võrreldes esimese mänguga. Kuuendale mängule järgnenud mängus nii südamelöögisageduse kui laktaadi kontsentratsiooni näitajad langesid. Samal ajal oli liikumisaktiivsuse näitaja kõrgeim just viimases, seitsmendas mängus.

**Kokkuvõte:** Simuleeritud võistluspäeva puhul toimusid märgatavad muutused vaatlusaluste südamelöögisageduse, laktaadi kontsentratsiooni, liikumisaktiivsuse ja tajutud pingutuse raskusastme näitajates ning sooritatud vigade arvus, mis olid enam väljendunud simuleeritud üksikmängude järgselt võrreldes paarismängude vastavate näitajatega.

**Märksõnad:** sulgpall, südamelöögisagedus, laktaadi kontsentratsioon, väsimus, mänguvead

## **ABSTRACT**

**Aim:** The purpose of this study was to determine the impact of fatigue on perceived rate of exertion, moving activity, heart rate and lactate concentration dynamics and badminton specific performance that is expressed in errors.

**Methods:** 8 Estonian national level badminton players with training and competition experience to 10 years attendend in this experiment. Athletes played seven simulated badminton games, each 10 minuntes. There was 3 singles, 2 doubles and after that 2 singles again. Break after each game was 10 minutes. Heart rate, lactate concentration, moving acticity, perceived rate of exertion measured and errors counted.

**Results:** Average heart rate of the participants was  $168,4 \pm 4.0$  bpm. Heart rate was higher in the end of the singles than in the end of the doubles. The biggest gaps between initial and after game measured heart rates were in the first and sixth (first singles after doubles) game accordingly 72,5 bpm and 72,6 bpm. In these games the highest lactate concentrations were measured as well -  $5,2 \pm 1$  mmol/l and  $5,2 \pm 0,7$  mmol/l. In the sixth simulated game occurred significant ( $p < 0,01$ ) rising of the errors compared to the first game. In the seventh game the heart rate and the lactate concentration decreased but at the same time moving activity increased.

**Conclusion:** During these simulated games there were remarkable changes in athletes heart rate, lactate concentration, moving activity, perceived rate of exertion and errors number. More significant were changes in singles.

**Keywords:** badminton, heart rate, lactate concentration, fatigue, errors

# 1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

## 1.1 Sulgpallist

Sulgpall on maailmas väga populaarne sportmäng, olles eriti levinud Aasia maades nagu Hiina, Indoneesia, Jaapan, Lõuna-Korea ja Malaisia. Samuti mõnedes Euroopa riikides nagu Taani, Suurbritannia ja Holland (Kwan et al., 2010). Sulgpall on sportmäng, mida mängitakse kahe geimi võiduni, üks geim kestab 21 punktini, kusjuures võiduks on vaja saavutada kahe punktiline edu. Kui sellist punktide vahet ei saavutata, on võitja sportlane, kes saab esimesena 30 punkti. Igas geimis on pärast 11. punkti 1-minutiline paus, geimide vahel on paus 2 minutit ning iga pausi ajal võib treener minna mängijale nõu andma. Kolmandas geimis toimub pärast 11. punkti poolte vahetus.

Faude ja kaasautorite (2007) järgi kestab üks sulgpallimatš keskmiselt 30 minutit, Abián-Vicén ja teised (2012) said oma uuringus vastavaks ajaks  $42.74 \pm 11.30$  minutit. Keskmine pallivahetuse pikkus on  $5,5 \pm 4,0$  sekundit, puhkeaeg aga  $11,4 \pm 6,0$  sekundit, seega on otsene pingutus väga lühike ja intensiivne, kuid mängijate puhul on tulemuse saavutamisel oluline ka kõrge aeroobne võimekus (Faude et al., 2007). Kirjanduse andmetel on leitud, et sulgpallimängu ajal on maksimaalne hapnikutarbimine ( $VO_{2max}$ )  $39,6 \pm 5,7$  ml/(min·kg), keskmine südamelöögisagedus  $169 \pm 9$  lööki minutis ning laktaadi kontsentratsioon jääb vahemikku 3-6 mmol/l (Faude et al., 2007). Arvutati välja, et südamelöögisagedused jäid matšide ajal 78,3-99,8% vahele maksimaalsest ning mängijate  $VO_{2max}$  ulatus 45,7-100,9% isiklikust maksimumist (Faude et al., 2007). Samuti on leitud, et meessulgpallurite higistamise tase on mängu ajal märkimisväärne (keskkonnas temperatuuriga  $24 \pm 3^{\circ}$ )  $1.14 \pm 0.46$  l/h. ning uurijate andmetel toimub ka oluline sulgpallurite kehakaalu langus mängu käigus: enne mängu vastavalt  $74.4 \pm 7.2$  kg, ning peale mängu  $74.1 \pm 7.2$  (Abián-Vicén et al., 2012).

## 1.2 Füsioloogiline profiil sulgpallis

Füsioloogiliselt eristatakse kahte tüüpi väsimust: tsentraalne väsimus ja perifeerne väsimus. Laktaadi akumulatsioonil toimuvad muutused aeroobsete ja anaeroobsete ainevahetusprotsesside tasakaalu nihkes (perifeerne väsimus). Paljudes sulgpallialastes uuringutes on ühe füsioloogilise näitajana mõõdetud laktaadi kontsentratsiooni veres (Cabello Manrique & González-Badillo, 2003; Du & Wang, 2013; Faude et al., 2007; Girard & Millet, 2009; Lin, 2014; Majumdar et al., 1997; Ramos Alvarez et al., 2013). Sulgpallurite vere laktaadi

kontsentratsioon mängude ajal jääb Faude ja teiste (2007) uuringutulemustest lähtudes vahemikku 3-6 mmol/l, samal ajal noorte sulgpallurite füsioloogilisi näitajaid uurides leidsid Ramos Alvarez ja kaasautorid (2013), et juuniormängijate vere laktaadi kontsentratsioon mängu ajal tõusis  $3.18 \pm 1.78$  mmol/l algtasemega võrreldes. Märkimisväärsed erinevusi mees- ja naisnoorsulgpallurite vahel ei esinenud (Ramos Alvarez et al., 2013). Majumdar kaasautoritega (1997) toob oma varasemas uuringus välja, et suhteliselt kõrge laktaadi kontsentratsioon annab märku ainevahetusprotsesside tasakaalu muutusest sulgpalli mängu ajal. Eksperimentaalselt esile kutsutud keerulises mängusituatsioonis (mitmepalliülesanne ehk treener lööb järjest palle ette kiiremas tempos, kui see tegelikus mängus oleks) leiti, et laktaadi kontsentratsioonid ulatusid vaatlusalustel 8-10,5 mmol/l (Majumdar et al., 1997). Mitmepalliülesannet sooritati viiel korral, esimesel kolmel puhul laktaadi tase tõusis ning kõrgeim laktaadi näit registreeriti kolmandas segmendis – 10,5 mmol/l. Edasi hakkas laktaadi kontsentratsioon langema, mis võib anda tunnistust kehalise töövõime languse kohta. Du ja Wang (2013) määrasid laktaadi kontsentratsiooni üksikjuhtumi analüüsil, kus vaatlusalusest sportlane sooritas neljal korral ühesugust sulgpalliharjutuste kompleksi. Enne seeriatega algust mõõdeti laktaadi kontsentratsiooniks 1,6 mmol/l, pärast esimest seeriat 5,4 mmol/l, pärast teist seeriat 11,6 mmol/l ning pärast kolmandat seeriat mõõdeti laktaadi kontsentratsiooniks 13,2 mmol/l.

Reaalseid mängusituatsioone analüüsisid Girard ja Millet (2009). Oma reketispordialasid võrdlevas uuringus leidsid autorid, et sulgpallimängu ajal jääb vere laktaadi kontsentratsioon vahemikku 3-6 mmol/l, mis on võrreldav varasemates uuringutes leitud laktaadi kontsentratsiooni muutustega sulgpallimängu käigus. Cabello Manrique ja González-Badillo (2003) uuringutulemus näitab, et sulgpallimängu ajal jääb laktaadi kontsentratsioon vahemikku 2,4-5,1 mmol/l (keskmine 3,8 mmol/l). Lin (2014) viis väljaasteid analüüsiva uuringu läbi simuleeritud mänguolukorras: mängiti Rahvusvahelise Sulgpalliliidu poolt kehtestatud määruste järgi, kuid sõltumata seisust oli mängu kestvus tund aega. Mängudest võtsid osa 10 sulgpallurit ning kokku analüüsiti 40 mängu. Vere laktaadi kontsentratsioon määrati mittereketipoolselt käelt enne ja pärast mängu. Laktaadi kontsentratsioonide algtase oli  $1.8 \pm 0.3$  mmol/l ning tõusis tunniajase mängu järgselt keskmiselt tasemeni  $7.2 \pm 1.3$  mmol/l. Kõrgeim vaatlusalustel registreeritud laktaadi kontsentratsioon oli 9,3 mmol/l (Lin, 2014). Kuigi paljudes uuringutes on sulgpallimängu ajal laktaadi tase järk-järgult kasvanud, siis Abián-Vicén ja kaasautorid (2012) leidsid Hispaania meistrivõistlustel läbiviidud uuringus, et sulgpallimatšid kestusega 35-45 minutit ei tekita jalgades lihasväsimust ega reketipoolse või vastaskäe haardes jõugenereerimise võime langust. Huvitav on märkida, et antud uuringu

vaatlusalusteks olevatel meessulgpalluritel suurenes hüppekõrgus  $4.5 \pm 7.3\%$  võrreldes mängu eel mõõdetud tulemusega (Abián-Vicén et al., 2012).

Füsioloogiline näitaja, mida on sulgpallimänguga seotud mitmetes teadustöodes kajastatud, on südamelöögisagedus ja selle muutuste dünaamika (Cabello Manrique & González-Badillo, 2003; Faude et al., 2007; Majumdar et al., 1997, Ramos Alvarez et al., 2013). Nii leidsid Ramos Alvarez ja kaasautorid (2013), et kõrgeimaks noormeeste südamelöögisageduseks sulgpallimängu ajal oli  $188.10 \pm 10.54$  ning keskmine südamelöögisagedus mängu ajal vastavalt  $168.90 \pm 13.01$  (neidude vastavad näitajad  $197.33 \pm 3.05$  ja  $179.00 \pm 6.00$ ). Mängu vahele jääval kahel 2-minutilisel puhkepausil langesid noormeeste südamelöögisagedused vastavalt  $135.90 \pm 17.86$  l/min esimesel pausil ja  $143.88$  l/min ( $\pm 22.05$ ) teisel pausil. Majumdar'i ja kaasautorite (1997) poolt läbi viidud simuleeritud koormusel leiti, et sulgpalluritel, kes sooritasid viiel korral mitmepalliülesannet, tõusis sarnaselt vere laktaadi kontsentratsiooniga simulatsiooni kolmanda segmendi lõpus ka vaatlusaluste keskmine südamelöögisagedus. Südamelöögisagedused vastavalt üksteisele järgnevate simulatsioonisegmentide lõpus -  $157 \pm 3$  l/min,  $167 \pm 4$  l/min,  $175 \pm 4$  l/min,  $172 \pm 4$  l/min ning  $153 \pm 8$  l/min (Majumdar et al., 1997). Kirjanduse andmed näitavad, et noortel sulgpalluritel on keskmine südamelöögisagedus ühe matši ajal  $168.90 \pm 13.01$  l/min (maksimaalne näitaja  $188.10 \pm 10.54$  l/min) (Ramos Alvarez et al., 2013), samas on uurijad leidnud, et täiskasvanud sulgpalluritel on keskmine südamelöögisagedus mängu ajal  $173.43$  l/min ning maksimaalseks südamelöögisageduseks määrati 201 l/min (Cabello Manrique & González-Badillo 2003).

### **1.3. Tajutud pingutuse raskusaste sulgpallis**

Paralleelselt füsioloogiliste näitajatega on uurijad analüüsinud reketimängijate tajutud pingutuse raskusastet Borgi skaalal (Duncan et al., 2017, Girard et al., 2006). Nii leidsid Duncan ja kaasautorid (2017) oma eksperimendid, kus vaatlusalustest sulgpalluritel oli ülesandeks sooritada 12 korda üheminutiliseid sulgpallispetsiifilisi harjutusi ja täpsusserve (6 korda treeningtingimustes, 6 korda võistlustingimustes), et tajutud pingutuse raskusaste kasvab iga 1-minutilise pingutuse perioodiga ning on kõrgem võistlustingimustes kui treeningtingimustes (Duncan et al., 2017). Treeningtingimustel oli Borgi skaalal (6-20 astmeline skaala) sulgpallurite keskmine tajutud pingutuse raskusaste  $14.5 \pm 1.6$  ning võistlustingimustes  $15.7 \pm 1.7$  (Duncan et al., 2017). Girard ja kaasautorid (2006) leidsid tennisemängule suunatud uuringutes, et 3-tunnise mängu jooksul hakkab lõpuks

südamelöögisagedus langema, kuid samal ajal subjektiivselt hinnatud pingutuse raskusaste tõuseb ja lihaste valulikkus kasvab. Kajastatud andmete aluseks tajutud pingutuse raskusastme ja lihaste valulikkuse kohta oli autorite poolt kasutusel küsimustik üldise pingutuse raskusastme (skaala 6-20) ja reie nelipea valulikkuse (skaalal 6-20) kohta; tennisist oli küsitlemise ajal kükkasendis, põlve nurk 90-kraadise nurga all. Uuringute tulemused näitasid, et tennisistide tajutud väsimus ja tajutud lihasvalulikkus kasvab progresseeruvalt kuni 3-tunnise mängu lõpuni (Girard et al., 2006).

#### **1.4. Soorituse ja väsimuse seosed sulgpallis**

Sulgpalli mängides areneb väsimus nii üldkehaliste võimete (Abián-Vicén et al., 2012) kui ka sulgpallispetsiifiliste võimete suunal (Bottoms et al., 2012; Cabello Manrique & González-Badillo, 2003; Duncan et al., 2017; Laffaye et al., 2015; Lin, 2014; Ming et al., 2008; Zhu, 2013), mis kajastub muutustes soorituse täpsuses.

Lin'i (2014) uuringus sulgpallimängu väsimuse ja soorituse vaheliste seoste osas leiti, et poolikute ja täisväljaastete vahetõrje muutub laktaadi kontsentratsiooni suurenedes täisväljaastete kasuks. Täisväljaastetel on sageli märk puudulikkust jalgade tööst, kuna jäädakse hiljaks ning pallini jõudmiseks tuleb muuta kehaasendit. Väsimusseisundis teevad sulgpallurid rohkem täisväljaasteid (Lin, 2014), mis aga mängu tempot arvestades võib tähendada hilinemist järgmisesse mänguolukorda. Ka võib eeldada, et väsimusel on mõju olulisele sulgpallimängu elemendile - rabakule, kuna Zhu (2013) jättis oma rabakuid analüüsivas uuringus rabakulöömistele vahele pikemad pausid, et kompenseerida väsimuse mõju. Samuti mõjutab väsimus uurijate andmetel negatiivselt pikka tagavälja pallingut (Bottoms et al., 2012). Duncan ja teised (2017) leidsid oma uuringutes, et lühikese servi puhul õnnestub (täpsusservimine) kõrgel tasemel sulgpalluritel keskmiselt 7 servi 10-st, kui tegemist on serviharjutusega. Hiljem öeldi sama ülesande puhul osalejatele, et tegemist on võistlusega ning võistlussituatsioonis tabati serviga sihtmärki keskmiselt 10 servist 6 korral. Serviviga klassifitseeritakse sundimatute vigade alla. Cabello Manrique ja González-Badillo (2003) leidsid oma uuringus, et 77% juhtudest võidab mängu see, kes on teinud vähem sundimatuid vigu ja 23% juhtudest võidab mängu sulgpallur, kes teeb oma vastasest rohkem sundimatuid vigu.

Ming'i ja kaasautorite (2008) järgi jaotatakse sundimatud vead kolmeks: võrguvead, väljakult välja löömise vead ning mänguolukorra valesti hindamine. Nad leidsid, et enim teevad sulgpallurid sundimatuid vigu võrku lüües. Järgmiseks teevad meessulgpallurid enim vigu väljakult välja lüües ja kõige vähem esineb olukorra valesti hindamist. Naissulgpallurid aga pigem hindavad olukorda valesti kui löövad väljakult välja (Ming et al., 2008). Laffaye ja



kaasautorid (2015) analüüsisid kuut Olümpiamängude meeste üksikmängu finaalmängu: Barcelona (1992, sulgpall esimest korda Olümpiamängudel), Atlanta (1996), Sydney (2000), Ateena (2004), Peking (2008) ja London (2012) ning mängude analüüsid selgus, et 10 aasta jooksul ei ole toimunud märkimisväärset muutust selles, kuidas pallivahetus lõpeb: keskmiselt 36% juhtudest lõpeb pallivahetus otsese punktiga (pall puudutab maad), 23% pallivahetustest lõpeb sunnitud veaga ning 41% sundimatu veaga. Selle ajavahemiku jooksul on toimunud sulgpallireeglite muudatus. Kui varem sai punkti vaid enda servist, siis peale muudatuse mängureeglites on iga eksimus punkt, sõltumata servijast. On huvitav, et kuigi sulgpallimäng on tänu reeglimuutusele muutunud kiiremaks ja riskeerivamaks, ei ole sel tippsulgpalli puhul olnud mõju sundimatute vigade protsentuaalses osakaalus, mille põhjuseks võib olla mängijate muutumine üha plahvatuslikemaks, täpsemateks ja taktikaliselt mitmekesisemateks. (Laffaye et al., 2015)

Sulgpallialaseid väsimust analüüsivaid uuringuid on vähe, kuid vastavat kirjandust on lisaks teiste sportmängude kohta. Korvpallurite söödutäpsus on kirjanduse andmetel kõrgel intensiivsusel kuhjunud väsimusel halvem kui keskmisel intensiivsusel arenenud väsimusseisundil (Lyons et al., 2006), samuti näitavad autorid, et käsipallis mõjutab väsimus viske kiirust ja täpsust (Nuno et al., 2016). Käsipalluritest vaatlusalused sooritasid mitu vooru käsipallispetsiifilisi harjutusi ning iga vooru alguses ja lõpus mõõdeti sportlastel südamelöögisagedus ja laktaadi kontsentratsioon. Mõlemad näitajad tõusid iga vooruga, mis ühtib Du ja Wangi (2013) tulemustega sulgpalluritega läbiviidud uuringutes. Vähestes teadusuuringutes, mis käsitlevad väsimuse mõju sooritusele tennisel, on leitud, et väsides muutub servikiirus aeglasemaks ning serv ebatäpsemaks; samuti väheneb kirjanduse andmetel eestkäte löögi kiirus ja stabiilsus (Rota et al., 2014). Servikiiruse langemist täheldasid ka Martin ja kaasautorid (2016) oma uuringute tulemusena ning samuti näitasid uuringute tulemused, et servimisel langeb reketiga palli tabamise kõrgus, mis omakorda vähendab võrku servimise varu (Martin et al., 2016). Kuigi kirjanduse andmed näitavad tennisespetsiifilise sooritusvõime langust väsides, leidsid Maquirriain ja kaasautorid (2016) oma uuringus, et tennisistid suudavad väsimust ületada ja keskenduda ka pikema perioodi jooksul ilma tennisespetsiifilise sooritusvõime languseta (keskmiselt kestsid vaadeldud 5-setised matšid üle 3 tunni). Üheks sooritusvõimet ja väsimust iseloomustavaks näitajaks on reketimängudes servikiirus ja selle muutumine. Nii näitasid uuringute tulemused, et vaatlusalused tennisistid servisid esimeses setis kiirusega  $177.0 \pm 10.2$  km/h, viiendas setis serviti sarnaselt kiirusega  $176.1 \pm 11.7$  km/h. „Serviässad“ moodustasid koguservide hulgast esimeses setis  $11.2 \pm 9.1\%$  ning viiendas  $10.0 \pm 8.9\%$ , topeltvigade protsent oli esimeses setis  $2.8 \pm 3.0\%$  ja viiendas setis  $2.8 \pm 3.4\%$  (Maquirriain et al., 2016).

## 2. TÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED

Käesoleva uurimistöö eesmärgiks oli selgitada väsimuse mõju sooritusele, tajutud pingutusele, liikumisaktiivsusele ja füsioloogilistele näitajatele sulgpallis.

Uurimistöö eesmärgist tulenevalt püstitati järgmised ülesanded:

- Uurida sulgpallurite südamelöögisageduse dünaamikat simuleeritud sulgpallimängude ajal
- Uurida sulgpallurite vere laktaadi kontsentratsiooni muutusi simuleeritud sulgpallimängude järgselt
- Uurida liikumisaktiivsuse dünaamikat simuleeritud sulgpallimängude ajal kasutades aktiivsusmonitore
- Uurida sulgpallurite tajutud pingutuse raskusastme muutusi simuleeritud sulgpallimängudes
- Uurida sulgpallimängudes tehtud vigade ja sundimatute vigade arvu dünaamikat simuleeritud võistluspäeva tingimustes

### 3. METOODIKA

#### 3.1. Vaatlusalused

Uuringus osales 8 meessulgpallurit vanuses 19-32 treening- ja võistlusstaažiga rohkem kui 10 aastat. Vaatlusalusteks olid Eesti koondise või rahvusliku tasemega Eesti sulgpallurid, kellest kaks mängivad Saksamaa kolmanda liiga klubis. Uuringus osalemise välistavateks kriteeriumiteks olid eelneva 3 nädala jooksul esinenud hingamisteede haigused, tugi-liikumisaparaadi traumad, fikseeritud ületreenitusseisund ning uuringu läbiviimise hetkel fikseeritud tervislikud probleemid. Enne submaksimaalse koormusega uuringut vältisid vaatlusalused kurnavat sooritust ning uuringule eelnes rutiinne treeningperiood.

Tabel 1. Vaatlusaluste antropomeetrilised ja treeningstaaži andmed

Vaatlusalune	Pikkus (m)	Kaal (kg)	KMI (kg/m <sup>2</sup> )	Vanus (a)	Treeningstaaž (a)
1	1,86	81	23,4	19	13
2	1,86	84	24,3	28	17
3	1,93	86	23,1	19	11
4	1,88	92	26,1	24	18
5	1,82	80	24,2	22	11
6	1,88	98	27,7	21	13
7	1,81	77	23,5	24	12
8	1,84	83	24,5	32	21
Keskmine	1,86±0,01	85,1±2,4	24,6±0,6	23,6±1,6	14,5±1,3

Uuring oli heaks kiidetud Tartu Ülikooli inimuuringute eetika komitee poolt (protokoll nr 264/T-21). Uuring viidi läbi Tartu Ülikooli spordihoones 11. märtsil 2017.

#### 3.2. Uuringu ülesehitus

Uuringu eksperimentaalne osa viidi läbi Tartu Ülikooli Akadeemilise Spordiklubis. Vaatlusalused mängisid 5 sulgpalli üksikmängu kehtivate Rahvusvahelise Sulgpalliföderatsiooni poolt määratud sulgpallireeglite järgi, kuid sõltumata skoorist kestis üks mäng 10 minutit. Iga simuleeritud mänguperioodi vahel oli puhkepaus 10 minutit. Vaatlusalustest moodustati kaks neljaliikmelist gruppi: samal ajal kui üks grupp mängis 10-

minutilist mängu, puhkas teine grupp ning vastupidi. Mõlemas grupis mängisid kõik sportlased teiste grupiliikmetega juhuslikult ühe või kaks korda. Enne uuringu algust viisid sportlased läbi iseseisva soojenduse.

Simuleerimaks Eesti tavapraktika sulgpalli turniiripäeva, mängisid vaatlusalused eksperimendi esimeses faasis kolm üksikmängu, teises faasis kaks paarismängu ning kolmandas faasis kaks üksikmängu. Uuringu eksperimentaalse osa ülesehitust kirjeldab skeem 1.

### **3.2.1. Südamelöögisageduse ja vere laktaadi kontsentratsiooni määramine**

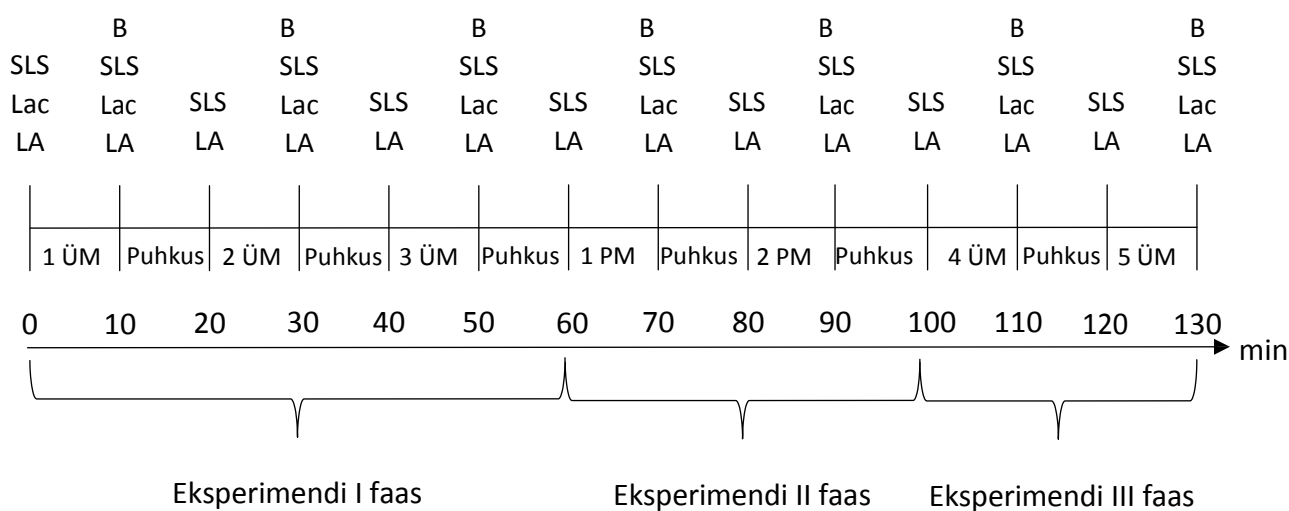
Südamelöögisageduse registreerimiseks kandsid vaatlusalused südamelöögisageduse andurit (PolarTeam System 2, Polar, Finland), mis registreeris ja salvestas vaatlusaluste südame töö andmed reaalajas. Südamelöögisagedused registreeriti vahetult enne ja vahetult peale iga simuleeritud mängu. Vaatlusaluste vere laktaadi kontsentratsioon määrati enne iga simuleeritud mängu algust ning peale iga simuleeritud mängu lõppu mittereketipoolse käe kapillaarverest portatiivse laktaaditestriga (Lactate Scout+, EKF Diagnostics SensLab GmbH, Leipzig Germany).

### **3.2.2. Liikumisaktiivsuse ja tajutud pingutuse raskusastme hindamine ning vigade arvu registreerimine**

Liikumisaktiivsuse määramiseks kinnitati vaatlusaluste puusa piirkonda FitBit Zip aktiivsusmonitor (Flextronics Sales & Marketing AP Ltd., of Port Louis, China). Enne ja pärast iga simuleeritud mängu registreeriti monitori näit ning arvutati välja iga mängus tehtud sammude arv. Pärast mängu hindasid vaatlusalused Borgi 10-pallisel pingutuse raskusastme skaalal subjektiivselt tajutud pingutuse raskusastet (Borg, 1998). Mänguvigade registreerimiseks salvestati kõik mängud videolindile. Hiljem analüüsiti salvestusi ning registreeriti kõikide mängijate vigade koguarv ning sundimatute vigade arv iga simuleeritud mängu kohta eraldi. Vigadeks loeti vaatlusaluse eksimus, mille tulemusel sai vastane punkti. Uuringu ülesehitus, füsioloogiliste parameetrite, liikumisnäitajate, tajutud pingutuse raskusastme hinnangu ja vigade arvu registreerimist kujutab skeem 1.

### 3.3. Andmete statistiline analüüs

Andmed töödeldi statistiliselt ning arvutati aritmeetilised keskmised ( $\bar{X}$ ) ja standardviga ( $\pm SE$ ). Aritmeetiliste keskmiste erinevuse olulisuse hindamiseks kasutati paaride Student'i T-testi. Madalaimaks statistilise erinevuse olulisuse nivooks on  $p < 0,05$ .

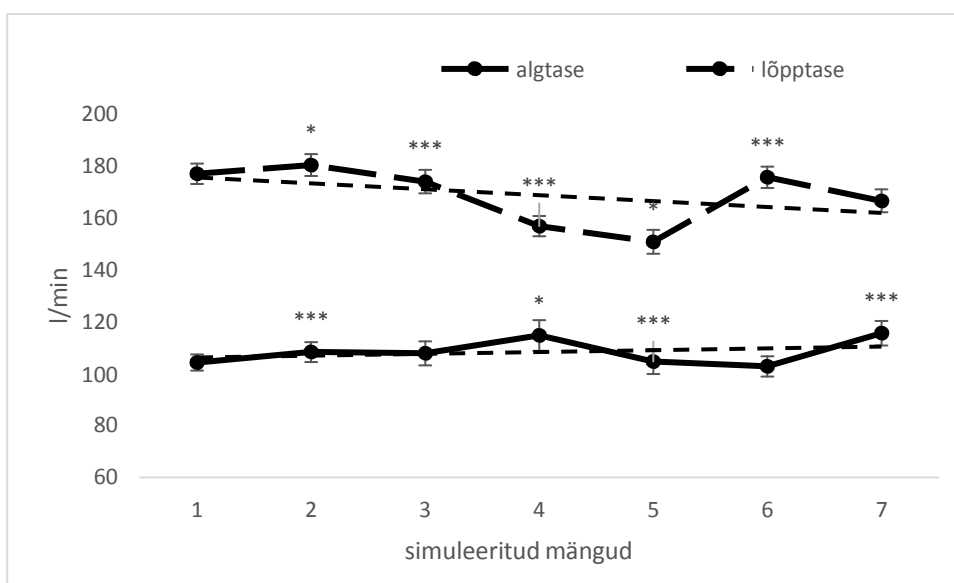


**Skeem 1. Uuringu eksperimentaalse osa ülesehitus. SLS- registreeriti südamelöögisagedus, Lac- registreeriti vere laktaadi kontsentratsioon, LA-registreeriti liikumisaktiivsuse näitaja, B-registreeriti vaatlusaluse subjektiivselt hinnatud pingutuse raskusaste, ÜM-üksikmäng, PM-paarismäng**

## 4. TULEMUSED

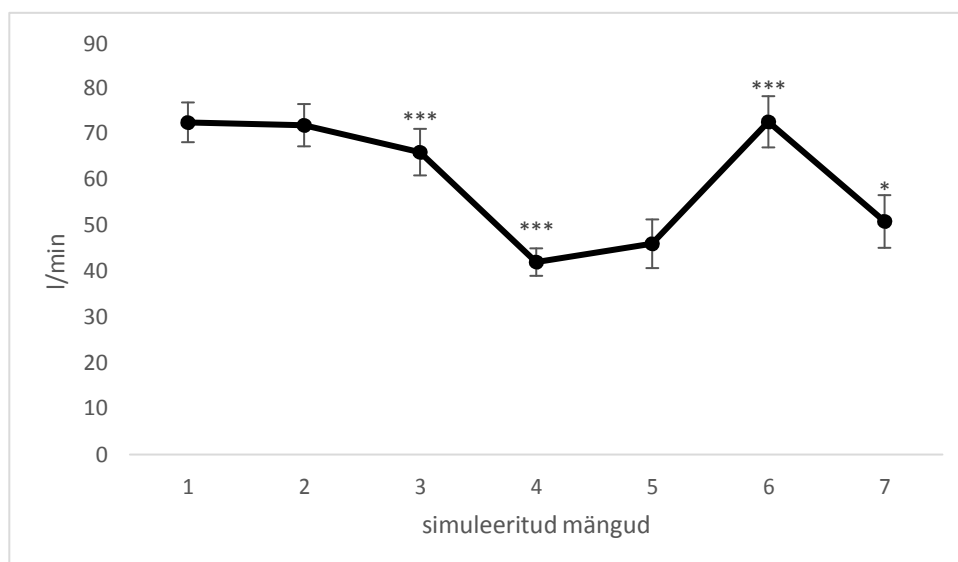
### 4.1. Südamelöögisagedus

Meie eksperimendi tulemused näitasid, et vaatlusaluste SLS oli simuleeritud võistlusmängude alguses keskmiselt  $108,1 \pm 4,1$  lööki/min ning simuleeritud võistlusmängude lõpus vastavalt  $168,4 \pm 4,0$  lööki/min (joonis 1).



**Joonis 1. Vaatlusaluste SLS näitajad simuleeritud mängude kaupa. Vaatlusaluste arv=8, \*\*\* -  $p < 0,01$ ; \* -  $p < 0,05$  võrreldes eelneva simuleeritud mänguga,  $\bar{x} \pm m$ .**

Küll aga on summeeritud keskmiste näitajate analüüsi kõrval olulisemal kohal vaatlusaluste SLS dünaamika simuleeritud võistlusmängude lõikes. Nii näitasid uuringu tulemused, et 10-minutiliste simuleeritud võistlusmängude puhul koos 10-minutiliste puhkepausidega oli SLS alg- ja lõpptasemete vahe stabiilse iseloomuga kahe esimese mängu puhul ning langes pärast kolmandat 10-minutilist mängu oluliselt võrreldes eelmise mängu vastava näitajaga (joonis 2). Meie uuringu andmed eksperimenti lülitatud simuleeritud paarismängude kohta näitasid, et mängu intensiivsus kajastatuna läbi SLS muutuste oli võrreldes üksikmängudega olulisel määral madalam (joonis 2).



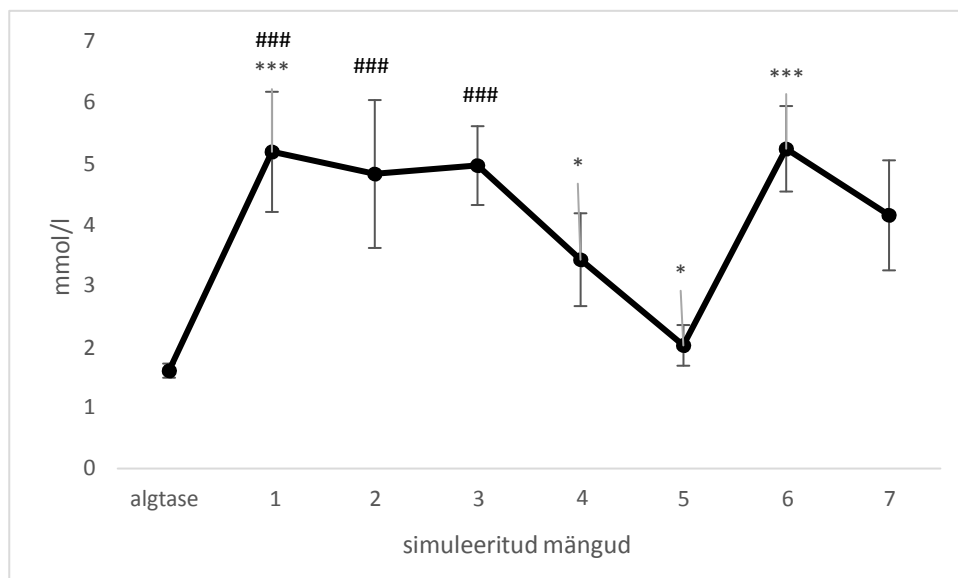
**Joonis 2. Vaatlusaluste SLS simuleeritud mängude alg- ja lõpptasemete vahe simuleeritud mängude kaupa. Vaatlusaluste arv=8, \*\*\* -  $p<0,01$ ; \* -  $p<0,05$  võrreldes eelneva simuleeritud mänguga,  $\bar{x} \pm m$ .**

Kahele simuleeritud paarismängule järgnenud üksikmängu puhul tõusis vaatlusalustel nii mängujärgselt registreeritud SLS näitaja kui SLS alg-ja lõpptasemete vahe esimese kahe üksikmängu näitajatega võrreldavale tasemele (joonised 1 ja 2).

Samal ajal näitasid uuringu tulemused, et järgneva (kokkuvõttes 7. mäng) simuleeritud üksikmängu puhul oli mängu algtaseme SLS oluliselt kõrgem võrreldes nii simuleeritud võistluspäeva esimeste mängudega (1., 2. ja 3. simuleeritud mäng, joonis 1) kui ka madalama intensiivsusega paarismängudele järgnenud üksikmängu (6. järjestikune mäng) näitajatega (joonis 1). Samuti demonstreerivad meie poolsed uuringu tulemused, et rakendatud koormuse mõju SLS alg- ja lõpptaseme vahele oli 7. mängu korral olulisel määral langenud ja võrreldav paarismängude vastavate näitajatega (joonis 2).

## 4.2 Muutused vere laktaadi kontsentratsioonis

Meie uuringu tulemused aeroobsete ja anaeroobsete ainevahetusprotsesside tasakaalu muutuste dünaamika kohta näitasid, et vaatlusaluste keskmine laktaadi kontsentratsioon tõusis simuleeritud 10-minutiliste võistlummängude puhul algtasemega võrreldes oluliselt, ulatudes tasemeni  $5,2 \pm 1$ ;  $4,8 \pm 1,2$  ja  $4,9 \pm 0,6$  vastavalt 1., 2. ja 3. simuleeritud üksikmängu järgselt (joonis 3).



**Joonis 3. Vaatlusaluste vere laktaadi kontsentratsioon vahetult simuleeritud mängude järgselt. Vaatlusaluste arv=8, \*\*\* -  $p < 0,01$ ; \* -  $p < 0,05$  võrreldes eelneva simuleeritud mänguga, ### -  $p < 0,01$  võrreldes võistlussimulatsiooni algtasemega,  $\bar{x} \pm m$ .**

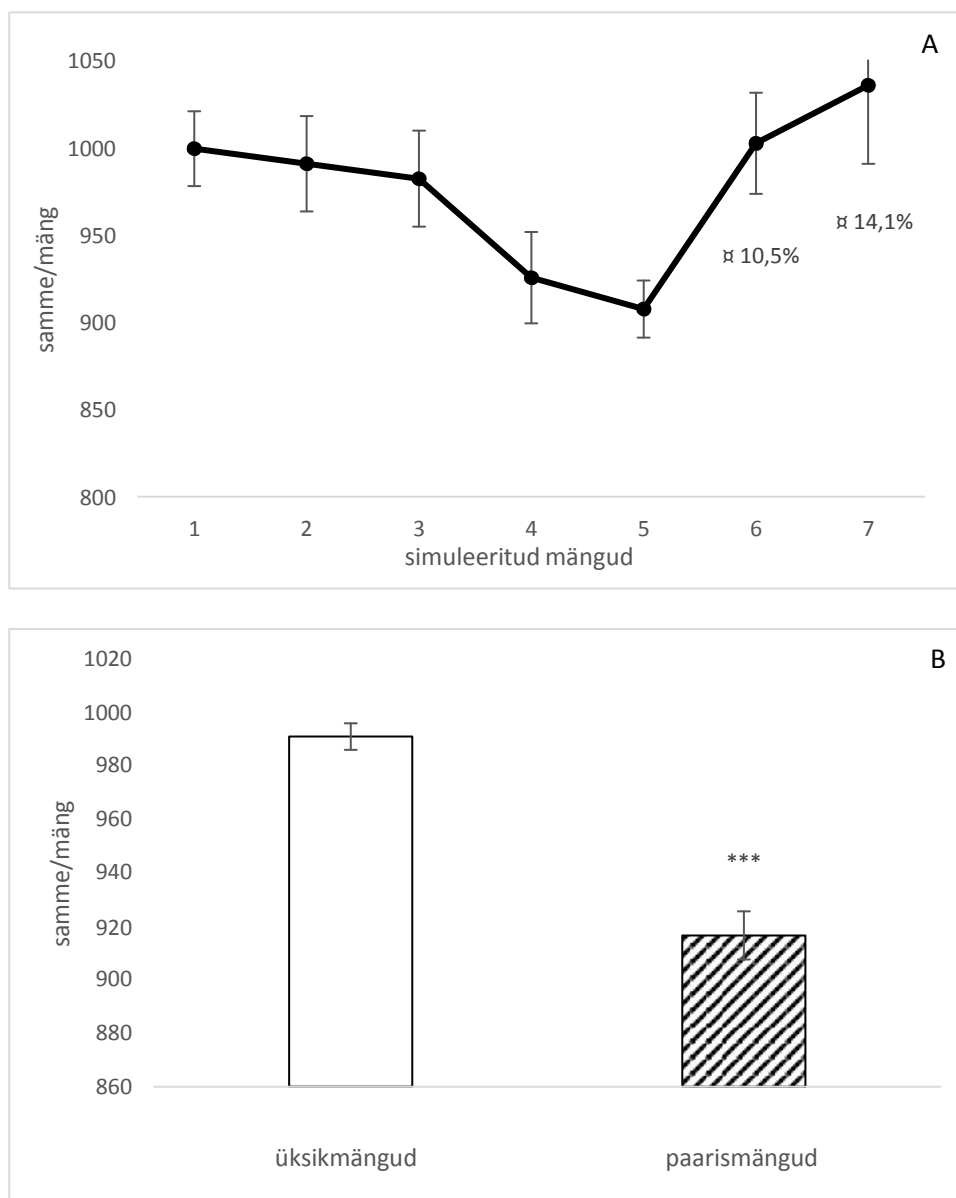
Vere laktaadi kontsentratsiooni näitajad simuleeritud võistluspäeva ülesehitusse lülitatud üksikmängudele järgnevate paarismängude puhuse koormuse tulemusena on heas kooskõlas SLS muutuste dünaamikaga võrreldaval perioodil. Nii näitasid uuringu tulemused, et kolmele üksikmängule (keskmine laktaadi kontsentratsioon mängude lõpus  $5,0 \pm 0,1$  mmol/l) järgneva kahe paarismängu puhul langes laktaadi kontsentratsioon veres vastavalt  $3,4 \pm 0,7$  mmol/l ja  $2,0 \pm 0,3$  mmol/l (joonis 3). Paarismängudele järgneva üksikmängu järgselt oli laktaadi kontsentratsioon meie andmete põhjal tõusnud  $5,2 \pm 0,7$  mmol/l. Täiendavate simuleeritud üksikmängude andmed laktaadi kontsentratsiooni kohta näitasid tendentsi langusele summaarselt 7. mängu järgselt (vastavalt  $5,2 \pm 0,7$  mmol/l ja  $4,1 \pm 0,9$  mmol/l  $p=0,08$ ), millel on paralleelne suund muutuste dünaamikaga meiepoolses eksperimendis registreeritud SLS näitajatega.

#### 4.3. Muutused liikumisaktiivsuses

Uuringu andmed vaatlusaluste liikumisaktiivsuse kohta näitasid, et esimese kolme simuleeritud üksikmängu jooksul sooritasid mängijad keskmiselt  $990,8 \pm 14,1$  (vastavalt  $999,4 \pm 21,3$ ;  $990,8 \pm 27,3$  ja  $982,3 \pm 27,5$ ) sammulugeja kaudu registreeritud sammu mängu kohta (joonis 5A). Simuleeritud võistluspäeva osana rakendatud kahe järgneva paarismängu



(üldjärjestuses mängud 4 ja 5) keskmine sammude arv oli  $916,5 \pm 9$  registreeritud sammu, mis on oluliselt madalam üksikmängude vastava näitajaga võrreldes (joonis 5B).

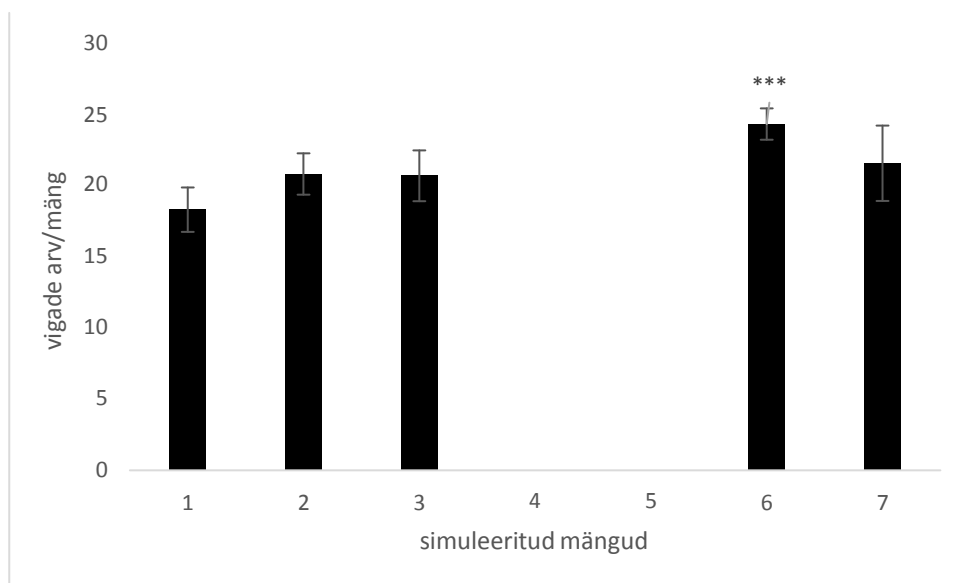


**Joonis 5. Vaatlusaluste liikumisaktiivsus kajastatuna sammude arvu kaudu simuleeritud mängudes (A) ja summeerituna üksik- ja paarismängudes (B). Vaatlusaluste arv=8, mängude arv - simuleeritud mängude puhul=7, - summeeritud üksikmängude puhul =5 ja summeeritud paarimängude puhul =2, \*\*\* -  $p < 0,01$ ,  $\%$  - protsentuaalne erinevus summaarselt paarismängudega võrreldes,  $\bar{x} \pm m$ .**

Samal ajal näitavad meiepoolsed uuringutulemused, et paarismängudele järgnevate simuleeritud üksikmängude (summaarselt 6. ja 7. mäng) puhul tõusis sammulugeja kaudu registreeritud sammude arv vastavalt 10,5% ja 14,1% paarismängude summaarse näitajaga võrreldes (joonis 5A).

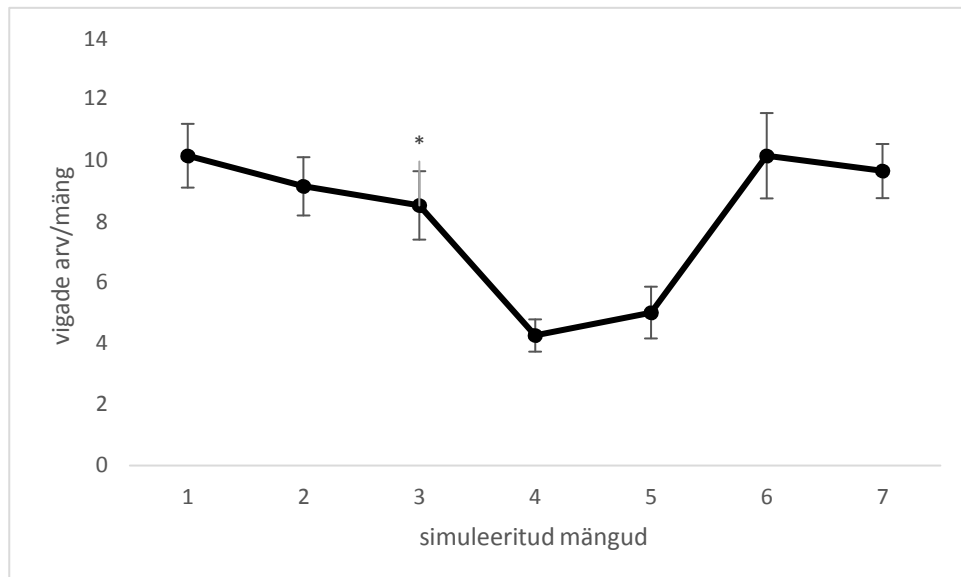
#### 4.4. Registreeritud vead simuleeritud mängudes

Uuringu tulemused vaatlusaluste sooritatud vigade kohta näitavad, et kolme esimese simuleeritud üksikmängu korral eksiti keskmiselt  $19,9 \pm 0,9$  korral ning pärast uuringusse lülitatud simuleeritud paarismänge eksiti kahes viimases üksikmängus keskmiselt  $22,9 \pm 1,4$  korral. Kõige enam eksimusi tegid vaatlusalused võrreldes esimese üksikmänguga simuleeritud paarismängudele järgnevas simuleeritud üksikmängus (summaarselt järjekorras 6. mäng) ( $24,3 \pm 1,1$  eksimust, joonis 6).



**Joonis 6. Vaatlusaluste registreeritud vigade arv simuleeritud üksikmängudes. Vaatlusaluste arv=8, \*\*\* -  $p < 0,01$  võrreldes 1. üksikmänguga,  $\bar{x} \pm m$ .**

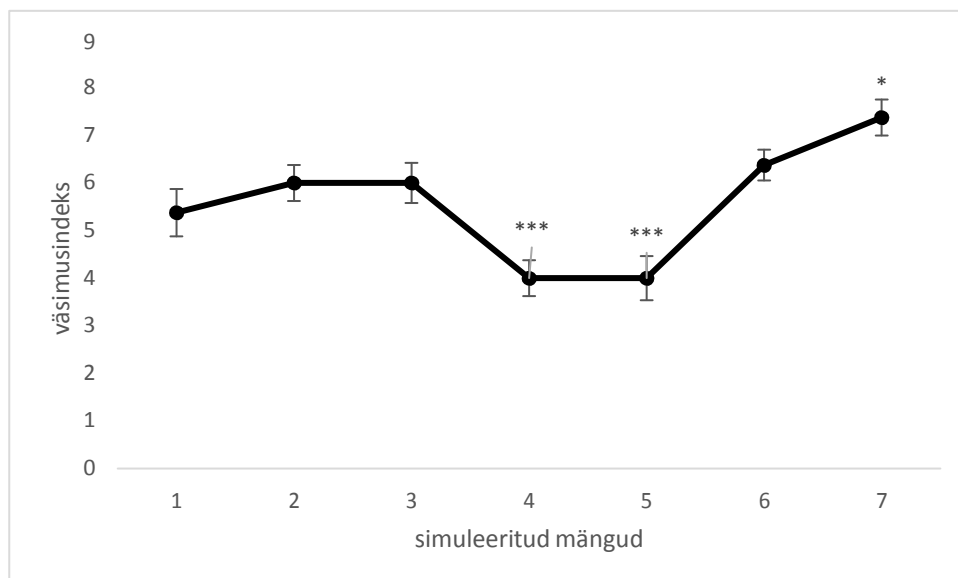
Meie andmetel oli vaatlusaluste keskmine sundimatute vigade arv kolme esimese simuleeritud üksikmängu jooksul  $9,3 \pm 0,6$  ning kahe viimase simuleeritud üksikmängu jooksul  $9,9 \pm 0,6$  (joonis 7). Kõrgeima sundimatute vigade arvuga simuleeritud mängud olid päeva esimeses ning vahetult pärast uuringusse lülitatud paarismänge mängitud simuleeritud üksikmängus (järjekorras 6. mäng) – keskmiselt  $10,1 \pm 1,1$  ja  $10,1 \pm 1,4$  sundimatut viga (joonis 7). Absoluutarvuna võrdsete sundimatute vigade arvuga mängudes moodustas kogu eksimustest sundimatute vigade arv esimeses mängus 55,5% ja 6. mängus 41,8% (joonis 6 ja joonis 7). Erinevalt registreeritud totaalsest vigade arvust, vähenes esimeses kolmes mängus sundimatute vigade arv järk-järgult – kolmandas simuleeritud üksikmängus sooritasid vaatlusalused mängijad oluliselt vähem sundimatuid vigu võrreldes päeva esimese üksikmänguga (joonis 7).



**Joonis 7. Vaatlusaluste registreeritud sundimatute vigade arv simuleeritud mängudes. Vaatlusaluste arv=8, \* -  $p < 0,05$  võrreldes 1. üksikmänguga,  $\bar{x} \pm m$ .**

#### **4.5. Subjektiivne hinnang pingutusastmele**

Vaatlusaluste subjektiivselt hinnatud pingutuse raskusase oli kolme esimese 10-minutilise simuleeritud üksikmängu näitajate alusel raske või väga raske (Borgi 10- pallisel skaalal 6). Kolmele üksikmängule järgnenud kahe paarismängu pingutuse raskusastet hindasid vaatlusalused subjektiivselt keskmiseks (Borgi skaalal 4) ning kahe viimase (kokkuvõttes 6. ja 7. mäng) üksikmängu raskusastet vastavalt väga raskeks või maksimaalsele pingutusele lähedaseks (7. mäng Borgi skaalal  $7,5 \pm 0,4$ ) (joonis 8). Meie uuringu andmed näitasid, et vaatlusaluste poolt subjektiivselt hinnatud pingutuse raskusaste oli 7. mängu järgselt oluliselt kõrgem võrreldes 3. üksikmängu pingutuse raskusastmega (joonis 8).



**Joonis 8. Vaatlusaluste subjektiivselt hinnatud pingutuse raskusaste simuleeritud määngudes. Vaatlusaluste arv=8, \*\*\* -  $p<0,01$  võrreldes 3. üksikmäänguga, \* -  $p<0,05$  võrreldes 3. üksikmäänguga,  $\bar{x} \pm m$ .**

## 5. ARUTELU

### 5.1. Eksperimendi I faas

Meie tulemused näitasid, et simuleeritud võistlusmängude puhul tõusis vaatlusaluste südamelöögisagedus esimese kolme mängu andmetel keskmiselt ( $70,1 \pm 2,65$ ). Avaldatud kirjanduse andmed näitavad, et keskmine südamelöögisagedus on sulgpallimängijatel mängu ajal ligikaudu 170 lööki/min ja moodustab 78-99% vastavast mängijate maksimaalsest väärtusest (Faude et al., 2007). Varasemalt on noorte sulgpallurite töövõime parameetritele suunatud uuringute tulemusena leitud, et noormeeste südamelöögisageduse tase oli mängu ajal madalam võrreldes neidudega (Ramos Alvarez et al., 2013), kuid meie arvates ei luba üksiku mängu käigus registreeritud füsioloogilised parameetrid teha üldistusi igapäevapraktikas rakendatava mitmemängulise võistluspäeva kohta, mille puhul mängijad sõltuvalt edukusest mängivad 6-7 üksteisele järgnevat võistlusmängu. Simuleeritud treeningülesannet (mitmepalliülesanne) sisaldava eksperimendi tulemused näitasid, et üksteisele järgnevate koormuste korral tõusis vaatlusaluste sulgpallurite südamelöögisagedus progresseeruvalt kolme esimese koormusetapi puhul (Majumdar et al., 1997). Uuringuandmetele tuginedes näitasime, et juba kolmanda simuleeritud mängu järgselt oli südamelöögisagedus võrreldes kahe esimese mängu lõpptasemetega langenud, mis võib meie arvates anda tunnistust väsimusseisundi süvenemisest vaatlusalustel. Saadud tulemuste interpreteerimisel tuleb aga silmas pidada, et uuringus oli tegemist võistlusmängu simulatsiooniga, varasemates eksperimentides aga ühetaolise iseloomuga treeningülesandega. Andmeid koormuse mõjust südamelöögisageduse näitajale kinnitavad uuringutulemused liigutusliku aktiivsuse parameetrite osas, mis näitasid, et objektiivselt registreeritud sammude arv oli kolme esimese eksperimentaalmängu käigus langustrendis. Kõrvutades südamelöögisagedusi ja sooritatud sammude andmeid vaatlusaluste laktaadi näitajatega, selgus meie andmete analüüsil, et laktaadi kontsentratsioon püsis esimese kolme mängu näitajate alusel stabiilsena  $5,0 \pm 0,5$  mmol/l tasemel, mis ei viita anaeroobsete ainevahetusprotsesside edasisele võimendumisele, kuid samas langenud sammude arvu, mis on mängulise aktiivsuse näitaja taustal on stabiilsena püsiv kõrge laktaadi kontsentratsioon väsimusseisundile viitav näitaja. Mitmed autorid on kirjanduses varasemalt näidanud, et sulgpallimängu käigus tõuseb laktaadikontsentratsioon veres tasemeni 3-6 mmol/l (Faude et al., 2007; Girard & Millet 2008), kuid esitatud andmed kajastavad üksikute eraldiseisvate mängude jooksul saadud andmeid ja ei anna olulist informatsiooni üksteisele järgneva koormuse mõju kohta. Reaalsete sulgpallimängude analüüsil saadud andmetest oluliselt kõrgemaid vere laktaadikontsentratsiooni tasemeid on autorid

demonstreerinud eksperimentaalsete mitmeetapiliste (kokku viis koormusetappi) treeningülesannete rakendamise korral, mil uuritud vaatlusaluste sulgpallurite laktaadikontsentratsioon ulatus kolmanda koormusetapi lõpus üle 10 mmol/l (Majumar et al., 2007). Sarnaseid tulemusi etapiviisilise spetsiifilise treeningülesande rakendamisel on leitud ka teiste autorite poolt (Du & Wang 2013). Erinevate autorite poolt avaldatud ja meiepoolsete andmete võrdlemisel peab aga silmas pidama reaalse võistlussituatsiooni ja treeningülesande eripärasid. Treeningülesande puhul on tegemist rutiinse ja võrdlemisi monotoonse koormusega, mis ei sõltu vastasmängija tegevusest, võistlusolukorras on aga mänguolukorrad etteprognoosimatud ning sisaldavad olulisel määral mängukatkestusi mänguvigade tõttu.

## **5.2. Eksperimendi II faas**

Üheks meiepoolse eksperimendi eesmärgiks simuleeritud võistluspäeva tingimustes oli paarismängude lülitamine üksikmängude vahele. Eksperimendi andmed näitavad veenvalt, et paarismängude puhul on üksikmängudega võrreldes vaatlusalustel oluliselt madalam südamelöögisagedus, mängujärgne laktaadi kontsentratsioon veres ning samuti madalam mängulise aktiivsuse näitaja - sammude arv mängu jooksul. Varasemalt on autorid paarismängude analüüsil leidnud, et mängijate südamelöögisagedus paarismängu puhul üksikmängude võrreldes oluliselt madalam tasemel (1996; 2009). Kirjanduse andmete interpreteerimine on raskendatud seetõttu, et täiskasvanud sulgpallurite osas on toimub ulatuslik spetsialiseerumine kas üksik- või paarismängule ning vähestes avaldatud analüüsides on tulemused esitatud üksikute mängude kaudu (1996; 2009). Läbiviidud uuringus olid kaks simuleeritud paarismängu võistluspäeva mängude järjekorras 4. ja 5. mäng. Vaatlusaluste poolt subjektiivselt hinnatud pingutuse raskusaste Borgi 10-pallise skaala alusel oli paarismängude puhul kaks palli madalam eelnevate üksikmängudega võrreldes. Madalamat mängulist koormust kinnitasid meie andmed vaatlusaluste laktaadi kontsentratsiooni alusel veres, mis oli pärast teist paarismängu (summaarses mängude järjekorras 5.)  $2,0 \pm 0,3$  mmol/l, mis võrreldes simuleeritud üksikmängude näitajatega ( $5,0 \pm 0,5$  mmol/l) annab tunnistust selgest koormuse langusest ja ainevahetusprotsesside tasakaalu pöördumisest aeroobsete protsesside suunas. Uuringute andmed vaatlusaluste sulgpallurite liikumisaktiivsuse kohta mängude jooksul näitasid, et paarismängudes sooritatud sammude arv oli eelnevate üksikmängudega võrreldes madalam. Üksikute paaris- ja üksikmängude analüüsil on autorid videoanalüüsi kaudu varasemalt leidnud, et paarismängudes sooritavate sammude arv võib olla ligikaudu poole madalam üksikmängude näitajatega võrreldes (2009).

### 5.3. Eksperimendi III faas

Simuleeritud võistluspäev sisaldas endas 7 mängu, mil kolmele üksikmängule järgnes kaks paarismängu, millele omakorda järgnes kaks üksikmängu. Kavandatud ja läbiviidud mängude skeem kopeerib üsna sarnaselt levinud võistluskoormust võistluspäeva praktikas. Meie andmed nii südamelöögisageduse, mängulise aktiivsuse kui ka vere laktaadi kontsentratsiooni näitajate alusel lubavad spekuloida väsimusseisundi kujunemisest juba kolmanda simuleeritud võistlusemängu järgselt. Eksperimendi tulemused näitavad, et vaatlusaluste registreeritud südamelöögisagedus enne neljandat mängu oli oluliselt kõrgem võrreldes kolme esimese üksikmängu vastava näitajaga. Samal ajal näitasid meiepoolse eksperimendi tulemused, et paarismängudele järgneva 6. ja 7. üksikmängu puhul olid väsimuse kuhjumist kajastavad näitajad veelgi selgemalt välja kujunenud. Nii tõusis vere laktaadi kontsentratsioon simuleeritud võistlusemängu järgselt hüppeliselt esimese kolme üksikmängu näitajatega võrreldavale tasemele ning samuti suurenes olulisel määral 6. mängu puhul südamelöögisageduse alg- ja lõpptaseme vahe. Väsimusseisundi kuhjumist vaatlusalustel iseloomustavad kõige ilmekamalt tulemused seitsmenda võistlusemängu kohta. Nii näitasid meiepoolsed tulemused, et vaatlusaluste valmisolek adekvaatselt pingutada oli füsioloogiliste ja mänguliste näitajate alusel langenud. Tulemused viitavad, et mängulist aktiivsust kajastav sammude arv oli tõusnud, kuid samal ajal oli vaatlusaluste südamelöögisagedus ja laktaadi näitaja võrreldes eelnenud mängu tasemetega madalam. Vaatlusaluste tõusnud sammude arv 7. simuleeritud mängu jooksul annab meie arvates tunnistust väsimuse foonil areneva tehnilise ja mängulise mahajäämuse kompenseerimisest. Vaatlusaluste subjektiivne hinnang pingutuse raskusastmele Borgi 10-pallilisel skaalal oli seitsmenda mängu järgselt võistluspäeva kõrgeim. Varasemad uuringute tulemused üksteisele järgnevate treeningülesannete kaudu rakendatud koormuse kohta näitasid et, uuringu lõppetappidel olid vaatlusaluste füsioloogilised parameetrid langenud uuringu algetapiga võrreldavale tasemele (Majumdar et al., 1997). Uuringu tulemuste madalamad südamelöögisageduse ja laktaadi kontsentratsiooni näitajad võrrelduna subjektiivselt hinnatud pingutusega ja andmetega mänguliste ja sundimatute vigade kohta lubavad spekuloida mängijate langenud valmisolekust mängulist koormust taluda.

### 5.4. Uuringu piirangud

Käesoleva uuringu limiteerivaks faktoriks uuringu korralduses on asjaolu, et kahes viimases üksikmängus olid vaatlusaluste vastasteks mängijad, kellega nad olid eelnevalt sama eksperimendi käigus juba mänginud – sellist olukorda tavapärasel turniiril ei teki. Antud

uuringus võis eelneva mängu tulemus mõjutada viimaseid simuleeritud üksikmänge. Samuti tuleb silmas pidada, et paarismängude tajutud pingutuse raskusastme subjektiivset hinnangut mõjutasid paarismängudele eelnenud üksikmängud ning vaatlusalused võisid paarismängu pingutuse raskusastet hinnata üksikmängudega võrreldes. Lisaks tuleb uuringutulemuste ülekandmisel praktilisse sulgpalli arvestada eksperimendis määratud simuleeritud mängude kestvuse ajalist piirangut. Teisalt pole sellise suunitlusega eksperimendi läbiviimisel turniiripäeva jooksul võimalik kindlustada vaatlusaluste sarnane koormus, kuna mängude pikkused võivad vastasest sõltuvalt varieeruda. Eksperimendis määratud simuleeritud sulgpallimängude ajaline piirang tagab tulemuste omavahelise võrreldavuse.



## 6. JÄRELDUSED

Töö tulemuste põhjal saame teha järgnevad järeldused:

1. Vaatlusalustel langes eksperimendi algfaasis simuleeritud mängu alguses ja lõpus registreeritud südamelöögisageduste ning tõusis siis üksikmängu puhul; viimases üksikmängus tekkinud väsimusseisundis oli vahe taas võrreldav paarismängudes registreeritud südamelöögisageduse vahega. Sulgpalluritel langes mängijate südamelöögisageduste alg- ja lõppnäitaja vahe üksteisele järgnevate üksikmängude puhul südamelöögisageduse algtaseme ulatuslikuma tõusu läbi.
2. Vaatlusalustel tõusis vere laktaadi kontsentratsioon simuleeritud üksikmängude ajal algtasemega võrreldes märgatavalt. Sulgpalluritel tõusis vere laktaadi kontsentratsioon üksteisele järgnevate simuleeritud üksikmängude, kuid mitte paarismängude järgselt.
3. Vaatlusaluste liikumisaktiivsus hakkas esimesest mängust alates langema ja tõusis siis kahes viimases mängus. Sulgpallurite liikumisaktiivsus tõusis simuleeritud võistluspäeva tingimustes üksteisele järgnevates mängudes võistluspäeva viimastes mängudes.
4. Vaatlusaluste tajutud pingutuse raskusaste tõusis järk-järgult, langedes vaid paarismängude puhul oluliselt. Subjektiivselt hinnatud pingutuse raskusaste oli simuleeritud võistluspäeva tingimustes üksteisele järgnevates mängudes kõrgeim võistluspäeva viimastes mängudes.
5. Sooritatud vigade arv simuleeritud üksikmängudes tõusis üksteisele järgnevate üksikmängude puhul ja langes viimases mängus; sundimatute vigade arv järgnevate üksikmängude puhul langes ja simuleeritud võistluspäeva lõppfaasis tõusis.

## KASUTATUD KIRJANDUS

1. Abián-Vicén J, Del Coso, J González-Millán C, Salinero JJ, Abián P. Analysis of Dehydration and Strength in Elite Badminton Players. *PLoS One* 2012; 7: e37821.
2. Alcock A, Cable NT. A comparison of singles and doubles badminton: Heart rate response, player profiles and game characteristics. *Int J Perf Anal Spor* 2009; 9: 228-237.
3. Borg G. Borg's Perceived Exertion and Pain Scales. Champaign, IL: Human Kinetics; 1998.
4. Bottoms L, Sinclair J, Taylor K, Polman R, Fewtrell D. The effects of carbohydrate ingestion on the badminton after fatiguing exercise. *J Sport Sci* 2012; 3: 285-93.
5. Cabello Manrique D, González-Badillo JJ. Analysis of the characteristics of competitive badminton. *Brit J Sport Med* 2003; 37: 62–66.
6. Du Y, Wang W. Effects of exercise fatigue on plantar pressure in badminton: a exploratory study. Shiang TY, Ho WH, Huang PC, Chien-Lu Tsai; ISBS, International Conference on Biomechanics in Sports; 2013 July 7-11; Taipei, Taiwan; Beijing: Capital University of Physical Education and Sports; 2013, 22
7. Duncan MJ, Chan CKY, Clarke ND, Cox M, Smith M. The effect of badminton-specific exercise on badminton short-serve performance in competition and practice climates. *Eur J Sport Sci* 2017; 17: 119-126.
8. Faude O, Meyer T, Rosenberger F, Fries M, Huber G, et al. Physiological characteristics of badminton match play. *Eur J Appl Physiol* 2007; 100: 479–485.
9. Girard O, Millet G. Neuromuscular fatigue in racquet sports. *Phys Med Rehabil Cli* 2009; 20: 161–173.
10. Girard O, Lattier G, Micallef JP, Millet GP. Changes in exercise characteristics, maximal voluntary contraction, and explosive strength during prolonged tennis playing. *Br J Sport Med* 2006; 40:521-526.
11. Kwan M, Cheng CL, Tang WT, Rasmussen J. Measurement of badminton racket deflection during a stroke. *Sport Eng* 2010; 12: 143-153.
12. Laffaye G, Phomsoupha M, Dor F. Changes in the Game Characteristics of a Badminton Match: A Longitudinal Study through the Olympic Game Finals Analysis in Men's Singles. *J Sport Sci Med* 2015; 14: 584–590.

13. Liddle SD, Murphy MH, Bleakley EW. A comparison of the physiological demands of singles and doubles badminton: A heart rate and time/motion analysis. *J Hum Movement Stud* 1996; 30: 159-176.
14. Lin Z. Neuromuscular fatigue following a singles badminton match. Magistritöö. Joondalup, Edith Cowan University; 2014.
15. Lyons M, Al-Nakeeb Y, Nevill A. The impact of moderate and high intensity total body fatigue on passing accuracy in expert and novice basketball players. *J Sport Sci Med* 2006; 5: 215-227.
16. Majumdar P, Khanna GL, Malik V, Sachdeva S, Arif Md, et al. Physiological analysis to quantify training load in badminton. *Br J Sport Med* 1997; 31: 342-345.
17. Maquirriain J, Baglione R, Cardey M. Male professional tennis players maintain constant serve speed and accuracy over long matches on grass courts. *Eur J Sport Sci* 2016; 16: 845-849.
18. Martin C, Bideau B, Delamarche P, Kulpa R. Influence of a Prolonged Tennis Match Play on Serve Biomechanics. *PLoS One* 2016; 11: e0159979.
19. Ming CL, Keong CC, Ghosh AK. Time Motion and Notational Analysis of 21 Point and 15 Point Badminton Match Play. *Int J Sport Sci Eng* 2008; 2: 216-222.
20. Nuño A, Chirrosa IJ, Tillaar R, Guisado R, Martín I, et al. Effects of fatigue on throwing performance in experienced team handball players. *J Hum Kinet* 2016; 54: 103–113.
21. Ramos Alvarez JJ, Del Castillo Campos MJ, Polo-Portes C, Ramón Rey M, Bosch Martín A. Analysis of physiological parameters of junior spanish badminton players. *Rev Int Med Cienc Ac* 2013; 16: 45-54.
22. Rota S, Morel B, Saboul D, Rogowski I, Hautier C. Influence of fatigue on upper limb muscle activity and performance in tennis. *J Electromyogr Kines* 2014; 24: 90-97.
23. Zhu Q. Expertise of using striking techniques for power stroke in badminton. *Percept Motor Skill* 2013; 117:427-41.

## AUTORI LIHTLITSENTS

Mina Liis Järveoja (sünnikuupäev: 15.01.1993)

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose „Väsimuse mõju sooritusele sulgpallis“, mille juhendaja on Priit Kaasik
  - 1.1. reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
  - 1.2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.
2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus 08.05.2017